

PAT-NO: JP405102147A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05102147 A
TITLE: METHOD FOR FORMING AMORPHOUS METAL AND SEMICONDUCTOR
DEVICE WITH AMORPHOUS METAL FILM
PUBN-DATE: April 23, 1993

INVENTOR-INFORMATION:

NAME
SATO, JUNICHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SONY CORP	N/A

APPL-NO: JP03259425

APPL-DATE: October 7, 1991

INT-CL (IPC): H01L021/3205, C23C014/14 , C23C014/34 , H01L021/203

US-CL-CURRENT: 204/298.09, 204/298.16

ABSTRACT:

PURPOSE: To easily obtain an excellent amorphous metal which does not take in any impurity by forming the amorphous metal in such a way that an intermittent sputtering means is used and the degree of vacuum in a reaction chamber is made lower than a specific value and, at the same time, the sputtering means is cooled.

CONSTITUTION: By using an intermittent sputtering means and cooling the means, an amorphous metal is formed. In such amorphous metal forming method, the degree of vacuum in a reaction chamber 9, in which the amorphous chamber is formed, is made 10^{-10} Torr. For example, a shutter used as an opening/closing means 2 for performing the intermittent sputtering is provided between a target 4 and semiconductor wafer which is a substrate 1 to be sputtered and the substrate 1, namely, the wafer is cooled to an excessively cooled state by making liquid nitrogen to flow to a susceptor which is a cooling means 3 as a coolant. Then, after the chamber 9 is evacuated to a

high

vacuum state of $\leq 10^{-10}$ Torr, Al-sputtering is performed by intermittently opening the shutter for 1/100 second at intervals of 1 second, etc., by using a direct current or making magnetron discharges.

COPYRIGHT: (C)1993, JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-102147

(43)公開日 平成5年(1993)4月23日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H 0 1 L 21/3205				
C 2 3 C 14/14		8414-4K		
	14/34	8414-4K		
H 0 1 L 21/203	S	8422-4M	H 0 1 L 21/ 88	M
		7353-4M		

審査請求 未請求 請求項の数2(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平3-259425
(22)出願日 平成3年(1991)10月7日

(71)出願人 000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川6丁目7番35号
(72)発明者 佐藤 淳一
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(74)代理人 弁理士 山口 邦夫 (外1名)

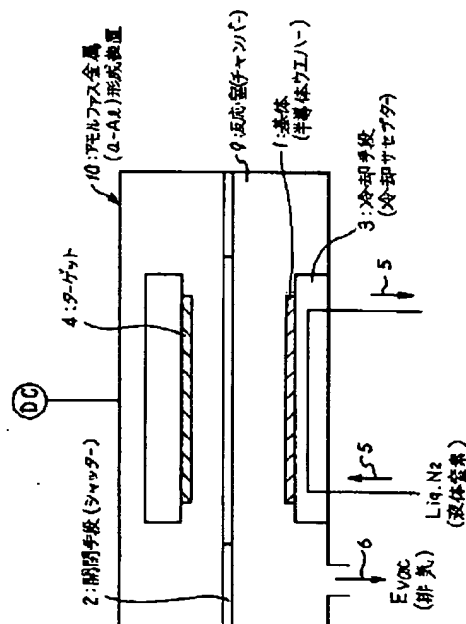
(54)【発明の名称】 アモルファス金属の形成方法及びアモルファス金属膜を有する半導体装置

(57)【要約】

実施例-1のアモルファス金属形成装置

【目的】 残留ガス、不純物の取り込みの少ないアモルファス金属膜を形成する。

【構成】 間欠スパッタ手段を用い、かつ冷却して、アモルファス金属10を形成するアモルファス金属の形成方法において、前記アモルファス金属を形成する前の反応室9の真空度を 10^{-10} Torr以下とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 間欠スパッタ手段を用い、かつ冷却して、アモルファス金属を形成するアモルファス金属の形成方法において、
前記アモルファス金属を形成する反応室内の真空度を 10^{-10} Torr以下とすることを特徴とするアモルファス金属の形成方法。

【請求項2】 予め、スパッタ室内の真空度を 10^{-10} Torr以下に保持し、その後、間欠スパッタ手段を用い、かつ冷却して形成したアモルファス金属膜を有する半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、アモルファス金属の形成方法、及びアモルファス金属膜を有する半導体装置に関する。本発明は、アモルファスアルミニウムの形成方法、アモルファスアルミニウム膜を有する半導体装置として利用することができる。

【0002】

【従来の技術】各種の分野において金属が用いられ、例えば、電子材料（半導体装置等）の分野で金属が配線形成材料として使用されている。例えば、アルミニウム（以下、適宜A1と記す）は、半導体装置の良好な配線材料として長年にわたり多用されている。

【0003】ところが、電子材料、特に半導体集積回路については、最近その微細化・高集積化による配線の微細化に伴い、A1配線についてエレクトロマイグレーション、ストレスマイグレーション、A1ボイド（A1中に生ずる空洞）など、その信頼性が問題になりつつある。

【0004】上記のような問題は、A1がA1の粒界を拡散するために起こるといわれ、特にボイドは、粒界にそってA1にスリットが入るためといわれている。いずれにせよ、A1が多結晶であり、粒界を有することに起因する。

【0005】そのためA1を、
①単結晶化する。

【0006】②A1を大粒径化する。
などの対策により、粒界拡散を防止して、信頼性を高める手段が考えられている。特に、A1を単結晶化することにより、上記問題を解決しようとする試みが種々なされている。

【0007】しかし、単結晶A1を得ようとする、
（a）単結晶上にA1をエピタキシャル成長させなければならないため、実用的ではない。

【0008】（b）単結晶に近い結晶状態にするには、充分な前処理が必要となり、従来と形成プロセスが大きく異なる。などの問題がある。

【0009】よって本発明者は、従来追求されていた単結晶化とは全く逆に、発想を転換して、アモルファス

（非晶質）金属を用いることにより、前記した問題点を解決するに至った。

【0010】アモルファス金属、例えばアモルファスA1は、単結晶と同様に、粒界が存在しないと考えられ、よってこれにより信頼性を高めることができる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかし、アモルファス金属を得ることは、アモルファスの単一金属にせよアモルファスの合金にせよ、決して容易ではない。例えば、円筒状の冷却部材を回転させて、これに熔融状態のA1を吹き付け急冷しつつ巻き取ることによりアモルファスA1を得る技術が提案されているが、これは大がかりな装置を要し、かつ、この手法により半導体装置等の電子材料上に成膜を行なうことは現実的には不可能と考えられる。しかし、従来のスパッタ法を用いると、どうしても結晶化が進行し、多結晶アルミニウム等の結晶金属しか形成できない。

【0012】特開昭61-208848号公報には、半導体装置の電気線材料に非晶質の単一金属または非晶質の合金を用いる技術が提案されているが、その製法については気体あるいは液体を結晶化開始曲線を切らないような速度で（臨界冷却速度以上で）冷却すると述べられているのみであり、要するに結晶化しない内に冷却してしまえばよいという原理的なことを開示するのみで、必ずしも具体的ではない。かつ冷却手段のみであるとその制御が困難であるなど、必ずしも良好にアモルファス金属が得られるとは考えにくい。

【0013】又、特開昭63-142833号公報には、A1層を急速加熱後冷却して、A1層の表面と側壁のみを非晶質化する技術が開示されているが、これも煩雑で制御が容易でなく、良好にアモルファス金属が得られるものではないと考えられる。

【0014】そのため、本発明者は上記問題点を解決して、容易に良好なアモルファス金属が得られるアモルファス金属の形成方法、また、信頼性が高く容易に形成できるアモルファス金属膜を有する半導体装置を提供し、また、良質なアモルファス金属膜を容易に得ることができるアモルファス金属の形成装置を提供する手段として間欠スパッタ手段を用い、かつ冷却して、アモルファス金属を形成するアモルファス金属の形成方法を既に提案した（特願平3-89581号）。しかし、アモルファス膜は不純物を取り込み易く、折角、前記のような目的で、アモルファス膜を形成しても、その機能を十分に発揮させることができなかった。

【0015】そこで本発明は、上記問題点を解決して、不純物の取込みの少ないアモルファス金属膜を形成する手段と、前記手段にて形成したアモルファス金属膜を用いた半導体装置を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記問題点に鑑み、本発

明者は鋭意努力した結果、次のような結論に達した。

【0017】即ち、間欠スパッタと冷却によりアモルファス金属膜を形成しようとした場合、その反応ガスの残留ガス（例えば N_2 、 CO 等）や残留ガス中の不純物（例えば水）がアモルファス金属中に取り込まれ易いのは、その到達真空度が不十分なためであるとの結論に達した。とりわけ、アモルファス金属膜は、従来半導体集積回路の配線に用いられている多結晶膜に比べて、結晶を構成しないため、不純物を取り込まれ易い。

【0018】従って、従来のスパッタ装置よりも高い到達真空度（ 10^{-10} Torr以下）が必要で、それにより残留ガス及びその中に含まれる不純物分圧を下げ、良好なアモルファス金属膜を得んとするものである。そこで上記課題は本発明によれば、間欠スパッタ手段を用い、かつ、冷却してアモルファス金属を形成するアモルファス金属の形成方法において、前記アモルファス金属を形成する前の反応室の真空度を 10^{-10} Torr以下の高真空とすることを特徴とするアモルファス金属の形成方法によって解決される。

【0019】

【作用】本発明によれば、反応室9内の圧力を 10^{-10} Torr以下の高真空にして、残留ガス及びその中に含まれている不純物分圧を充分に下げているのでアモルファス金属膜中に取り込まれることなく良好なアモルファス膜が形成できる。

【0020】

【実施例】以下本発明の実施例について、図面を参照して説明する。但し当然のことではあるが、本発明は以下の実施例により限定されるものではない。

【0021】実施例1

図1に示すのは、請求項1の説明に係るアモルファス金属の形成装置を具体化した構成図であり、具体的には反応室内の圧力を 10^{-10} Torrまで引けるターボ分子ポンプ（図示せず）を従来装置に付加した。

【0022】本実施例では、この装置を用いて、請求項1の発明のアモルファス金属の形成方法を、アモルファスアルミニウムの形成方法として具体化した。また、本実施例で得られるのは、基体1である半導体基板（ウェハ）にアモルファスアルミニウム（A1）膜が形成されたもので、これは請求項2の発明が具体化されたものである。

【0023】本実施例のアモルファス金属形成装置10は、図1に示すように、通常スパッタ装置と異なり、間欠的に開閉しうるシャッターをターゲット4と被スパッタ基体1である半導体ウェハとの間に設置して、これをスパッタを間欠的に行なうための開閉手段2とした。基体1であるウェハを載置するとともに、これを $0^{\circ}C$ 以下に冷却しうる冷却サセプターを有し、これが基

体1の冷却手段3を構成している。

【0024】このような装置を用い、まず、反応室（チャンバー）9内の圧力を 10^{-10} Torrの高真空まで引き保持して、残留ガスやその中に含まれる不純物を排気（Evac）した後、通常のDCやマグネトロン放電を用いてA1をスパッタする。本実施例では、開閉手段2であるシャッターの開は $1/100$ secで、またその間隔は1秒とした。また基体1であるウェハは冷却手段3であるサセプターに液体窒素（ $Liq.N_2$ ）を冷媒として流すことにより、過冷却状態に冷却した。

【0025】このようにして形成すると、A1粒子は運動エネルギーをもって基体1に到達するが、運動エネルギーが熱エネルギーに変わったとしても冷却手段3によりすぐ冷却され、しかも、間欠的なスパッタであるので、次のA1粒子が飛んでくるまで時間があり、よって多結晶成長できずにアモルファス化する。

【0026】上記により、良質のアモルファスA1が形成され、特にこの例では半導体装置の配線膜を構成するアモルファスA1膜が不純物の取り込みなく良好に成膜された。得られたアモルファスA1配線膜を試験したところ、エレクトロマイグレーションやストレスマイグレーションが抑制された信頼性の高いものであった。

【0027】図1中、符号5は液体窒素（ $Liq.N_2$ ）の流れを示し、6は排気（真空引き）系を示す。また、本実施例における開閉手段2は、図2に平面図で示すように、カメラのシャッターのように、複数の羽21、22・・・が重ね合わせられて全体として閉状態となり得る構成をとっており、この羽21、22・・・が開いて、開状態となることができる。但し、その他適宜の構造をとってよいことは言うまでもない。

【0028】

【発明の効果】上記詳述したように、本出願の請求項1の発明によれば不純物の取込みのない良好なアモルファス金属が容易に得られるアモルファス金属の形成方法が提供でき、請求項2の発明によれば信頼性が高く容易に形成できるアモルファス金属膜を有する半導体装置が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1のアモルファス金属形成装置の構成図である。

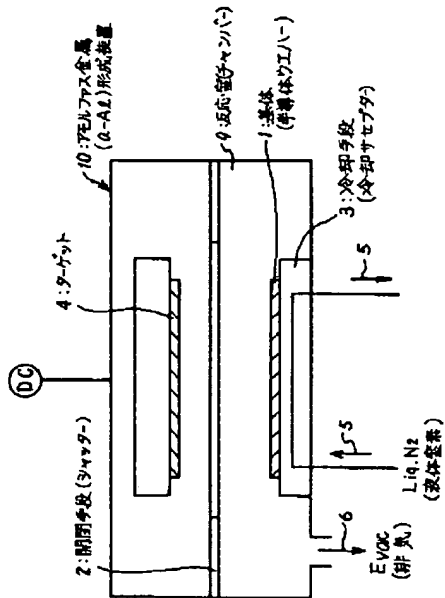
【図2】アモルファス金属形成装置の開閉手段の一例を示す平面図である。

【符号の説明】

- 1 基体（半導体ウェハ）
- 2 開閉手段（シャッター）
- 3 冷却手段（冷却サセプター）
- 9 反応室（チャンバー）
- 10 アモルファス金属（アモルファスA1）形成装置

【図1】

実施例-1のアルファス金属形成装置



【図2】

閉閉手段の構成例
(閉の状態)